

## Фазообразование и пьезоэлектрические свойства системы (1-x)K<sub>0,5</sub>Na<sub>0,5</sub>NbO<sub>3</sub>-xCuNb<sub>2</sub>O<sub>6</sub>

Е.В. Глазунова, Л.А. Шилкина, И.А. Вербенко, К.П. Андрюшин, Л.А. Резниченко

*Научно-исследовательский институт физики, Южный федеральный университет, 344090*

*Ростов-на-Дону, Россия*

*e-mail: kate93g@mail.ru*

Бессвинцовая керамика на основе K<sub>0,5</sub>Na<sub>0,5</sub>NbO<sub>3</sub> является одной из наиболее изучаемых сегнетоэлектрических систем со структурой типа перовскита. Она привлекла к себе внимание за счет своих уникальных свойств, таких как высокая температура Кюри (T<sub>c</sub>) и значения пьезомодуля d<sub>33</sub>. Однако, чистая керамика K<sub>0,5</sub>Na<sub>0,5</sub>NbO<sub>3</sub> обладает слишком низкой для ряда промышленных применений механической добротностью Q<sub>m</sub> (ниже 300). В связи с этим предпринимаются попытки увеличения Q<sub>m</sub> за счет легирования. В нашей работе рассматривается влияние добавки CuNb<sub>2</sub>O<sub>6</sub> на структуру и свойства керамики K<sub>0,5</sub>Na<sub>0,5</sub>NbO<sub>3</sub>.

Объектами исследования стали ТР (1-x)K<sub>0,5</sub>Na<sub>0,5</sub>NbO<sub>3</sub>-xCuNb<sub>2</sub>O<sub>6</sub>, где x=0,005, 0,0075, 0,010. В качестве исходного сырья использовались NaHCO<sub>3</sub> (99,9%), KHCO<sub>3</sub> (99%), Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(98%), CuO (99,99%). CuNb<sub>2</sub>O<sub>6</sub> вводился в систему виде предварительно синтезированного соединения.

Рентгенографические исследования выполнялись на дифрактометре ДРОН 3.0 (CoK<sub>α</sub> – излучение, фокусировка по Брэггу – Брентано). Поляризацию полученных образцов производили масляным методом, в камере с ПЭС-5 при 150°C К и напряженности электрического поля 2.2 кВ. Измерение электрофизических параметров ТР проводили с использованием LCR-метров Agilent 4980A и WayneKerr 6500B при комнатной температуре. Зависимости ε/ε<sub>0</sub> от температуры получены в интервале T=(20 ÷ 700)°C, на частотах 1Гц-100кГц. Пьезомодуль измеряли с использованием International, Ltd.Piezo d33Test System.

Результаты рентгенографического анализа подтвердили отсутствие примесных фаз. Относительная плотность объектов достигает 90%, при этом наблюдается небольшое снижение плотности при увеличении концентрации легирующего компонента.

Таблица 1. Диэлектрические и пьезоэлектрические характеристики исследуемых ТР.

x	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	K <sub>p</sub>	ε/ε <sub>0</sub>	d <sub>31</sub>  , пКл/Н	Q <sub>m</sub>	V <sub>1</sub> <sup>E</sup> •10 <sup>3</sup> , кВ/с	d <sub>33</sub> , пКл/Н
0,0050	4,06	0,26	252	23	318	4,819	58
0,0075	4,03	0,24	279	23	231	4,769	54
0,0100	3,98	0,2	269	18	216	4,85	46

Анализ таблицы показал, что добавка CuNb<sub>2</sub>O<sub>6</sub> позволяет немного повысить Q<sub>m</sub> материала при небольшом количестве модификатора (0,5мол.%) до 318, что может быть связано с образованием кислородных вакансий (за счет вхождения ионов Cu<sup>2+</sup> в В-подрешетку K<sub>0,5</sub>Na<sub>0,5</sub>NbO<sub>3</sub>), которые являются источником внутренних электрических полей и тормозят движение доменных стенок (эффект пиннинга). Видно также, что при увеличении CuNb<sub>2</sub>O<sub>6</sub> выше 0.5 мол.% практически все пьезохарактеристики линейно уменьшаются, что может быть связано с активизацией процессов спекания в результате образования жидких фаз с участием CuNb<sub>2</sub>O<sub>6</sub>. Полученные результаты необходимо учитывать при получении высокодобротных материалов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (Государственное задание в сфере научной деятельности научный проект №0852-2020-0032)/(БА30110/20-3-07ИФ) при использовании оборудования ЦКП НИИ физики ЮФУ.